

Capítulo 18

Irrigação e fertirrigação na cultura da uva

Marco Antônio Fonseca Conceição

Davi José Silva

José Maria Pinto

Introdução

A videira é uma planta que pertence à família das vitáceas, cujas espécies mais cultivadas são as do gênero *Vitis*, destacando-se as videiras europeias (*Vitis vinifera* L.), as americanas (*Vitis labrusca* L. e *Vitis bourquina* L.) e as híbridas, provenientes de cruzamentos entre as diferentes espécies (KUHN et al., 1996). O seu cultivo comercial ocorre numa ampla faixa do globo terrestre, entre as latitudes 52°N e 40°S e, muitas vezes, em condições áridas e semiáridas, o que torna imprescindível nesses casos o uso da irrigação (SENTELHAS, 1998).

A irrigação tem sido utilizada para a videira em diferentes regiões do mundo, principalmente para variedades de mesa. Em regiões áridas e semiáridas, a irrigação é a principal fonte de água para a cultura, enquanto em outros locais ela pode ser usada de forma complementar à precipitação pluvial.

Em condições tropicais, a videira pode produzir continuamente em razão das condições de temperatura presentes nessas regiões. Apesar disso, um período de repouso de 20 a 30 dias entre o final de uma safra e o início de outra deve ser respeitado. Nesse período, a umidade do solo deve ser mantida adequada, a fim de evitar o déficit hídrico, que poderia comprometer a brotação e a produção no ciclo seguinte (ALBUQUERQUE, 1996; DOORENBOS; KASSAM, 1979).

Diferentes tipos de solo têm sido utilizados para o cultivo da videira. De um modo geral, o seu desempenho é melhor em solos leves, profundos e com boa drenagem, uma vez que solos pesados, compactos e com baixa capacidade de drenagem são limitantes para o desenvolvimento da cultura (TERRA, 2001). Em solos profundos, o sistema radicular da videira pode atingir vários metros de profundidade (TERRA et al., 1998). De uma maneira geral, contudo, a maior parte das raízes concentra-se até os primeiros 0,60 m de profundidade, principalmente em irrigação localizada (ARAUJO et al., 1995; BASSOI; MIRANDA, 1997; BASSOI et al., 2003; CHADHA; SHIKHAMANY, 1999; PIRES et al., 1997; SANTOS et al., 2002).

De acordo com Smart (1985), o microclima em um parreiral depende, basicamente, do total e da distribuição da área foliar no espaço e de sua interação com o clima acima do solo. Por isso o sistema de condução é de central importância. Da radiação incidente em uma folha de videira, são absorvidos de 85% a 90%. Folhas expostas transpirando ativamente são aquecidas a menos de 5 °C acima da temperatura do ar (*T_{ar}*), e à noite podem estar de 1 °C a 3 °C abaixo de *T_{ar}* por causa da radiação de ondas longas. A velocidade do vento também é menor no centro

das copas mais densas. Dessa forma, a evapotranspiração no centro do dossel é reduzida em virtude dos menores níveis de radiação e de velocidade do vento.

Sistemas de irrigação

Vários sistemas podem ser empregados para a irrigação da videira, dependendo das condições de solo e clima do local, bem como da disponibilidade de equipamentos e recursos financeiros. No Brasil, a maior parte das áreas irrigadas com a cultura localiza-se em regiões de topografia elevada e em solos de textura média a arenosa. Por essa razão, a irrigação é realizada, principalmente, empregando-se sistemas sob pressão, como a aspersão, a microaspersão e o gotejamento.

Irrigação por aspersão

Os sistemas por aspersão podem ser fixos ou portáteis. Nos sistemas fixos, as tubulações são mantidas nas parreiras, e isso os torna mais caros; porém, demandam menos mão de obra. Nos sistemas portáteis, por sua vez, as tubulações, e os aspersores, são removidos após a irrigação, o que reduz o custo inicial, reque-rendo, contudo, mais mão de obra. Os sistemas portáteis são indicados, preferen-cialmente, para pequenas áreas e têm um dos menores custos de implantação.

Os sistemas por aspersão podem aplicar a água por baixo das folhas (subcopa) ou por cima das folhas (sobrecopa). Nos sistemas subcopa (Figura 1a), há uma interferência dos troncos das plantas nos jatos de água, o que prejudica a unifor-midade de distribuição. Os sistemas sobrecopa (Figura 1b) molham as folhas, por isso aumentam as chances de ocorrência de doenças fúngicas. Além disso, apre-sentam maiores perdas de água durante a aplicação em razão da evaporação e do arraste pelo vento. O vento e a intercepção da água pelas folhas também afetam a uniformidade de distribuição de água.

As perdas durante a irrigação poderiam ser minimizadas por meio da aplicação de água durante os períodos de menor incidência de ventos e menor radiação solar, de preferência à noite. A aplicação noturna, entretanto, amplia a duração do período de molhamento das folhas, e aumentam as chances de desenvolvimento de patógenos.

Em sistemas por aspersão, deve-se verificar se a taxa de aplicação é menor do que a velocidade de infiltração da água no solo. Caso isso não ocorra, parte da água aplicada poderá ficar empoçada ou, em alguns casos, escorrer superficialmente.

Esses empoçamentos reduzem a aeração do solo, diminuem o volume de água infiltrada, aumentam as perdas por evaporação e criam um ambiente propício ao desenvolvimento de doenças.

As vazões e as pressões dos sistemas de aspersão são, normalmente, de média a alta, exigindo motobombas de maior potência do que as empregadas na irrigação localizada. Esses sistemas não apresentam problemas de entupimento de emissores, por isso não exigem o uso de equipamentos de filtragem. A sua necessidade de manutenção é, normalmente, menor do que a dos sistemas de irrigação localizada.



Fotos: Marco Antônio Fonseca Conceição

Figura 1. Aspersores subcoppa (A) e sobre-coppa (B).

Irrigação por gotejamento

Esses sistemas aplicam baixas vazões com altas frequências, muitas vezes diárias, pois o volume de solo umedecido é menor. Eles permitem, contudo, que outras práticas culturais possam ser efetuadas durante a aplicação de água, ao contrário da aspersão e da microaspersão.

Na irrigação por gotejamento, a porcentagem de área molhada por planta deve ser suficiente para manter o abastecimento hídrico adequado da cultura. Nos parreirais irrigados por gotejamento na região do Submédio São Francisco, tem-se observado, que, quanto maior é a área umedecida na camada de 0 m a 0,20 m de profundidade, melhor tem sido o desempenho da cultura, que só tem alcançado níveis satisfatórios quando a porcentagem de área molhada é superior a 40%.

Muitas vezes, as linhas de gotejadores são posicionadas na superfície do solo, e isso as torna mais suscetíveis a danos mecânicos. Esses danos podem ser minimizados, ao suspenderem-se as linhas de 0,20 m a 0,30 m da superfície por meio de

um fio de arame galvanizado fixado nas estacas de madeira do parreiral. Em algumas propriedades, as linhas laterais são fixadas nos arames da latada (Figura 2), o que tem ampliado a porcentagem de área molhada em virtude da maior dispersão das gotas na superfície do solo. Além de evitar danos mecânicos, a suspensão das linhas de irrigação impede a sua perfuração pelas brocas que vivem no solo e que atacam os ramos secos da videira.

Os gotejadores são bastante suscetíveis ao entupimento, e necessitam, muitas vezes, além de filtros de tela ou discos, também de filtros de areia. No noroeste paulista, tem-se observado a ocorrência de problemas sérios de entupimento dos gotejadores em razão, principalmente, do elevado conteúdo de ferro na água de irrigação.

Na irrigação por gotejamento, o manejo da adubação deve ser alterado, empregando-se, preferencialmente, a fertirrigação. Se os fertilizantes (ou matéria orgânica) forem aplicados em uma região do solo que não esteja umedecida, eles não ficarão disponíveis para as plantas.

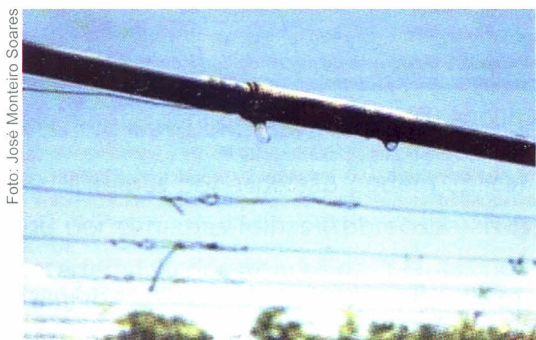


Foto: José Monteiro Soares

Figura 2. Linha de gotejadores fixada no arame de uma latada.

Irrigação por microaspersão

Assim como no gotejamento, os sistemas de microaspersão também necessitam de filtros, mas é comum empregarem-se somente os de tela (ou discos), não necessitando, normalmente, de filtros de areia. O requerimento de pressão dos microaspersores é cerca de 20% a 30% maior do que no gotejamento, implicando, além de um maior consumo de energia, o uso de motobombas de maior potência. Nesses sistemas (Figura 3), podem ocorrer problemas com a entrada de insetos e aranhas nos microaspersores, o que prejudica a aplicação de água. Por isso, deve-se optar, sempre que possível, por microaspersores com dispositivos anti-insetos.



Foto: Marco Antônio Fonseca Conceição

Figura 3. Sistema de irrigação por microaspersão em videiras.

Os sistemas de microaspersão em parreiras umedecem, praticamente, 100% da área ocupada pelas plantas, o que permite maior expansão do sistema radicular em relação ao gotejamento. Frequentemente, apesar de a uniformidade de distribuição de água na superfície do solo pelos microaspersores apresentar valores relativamente baixos, a redistribuição da água no perfil do solo faz que essa uniformidade aumente, apresentando valores elevados. É evidente que essa redistribuição vai depender, principalmente, do espaçamento entre emissores e do tipo de solo. Conceição (2003a) apresenta a distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo para microaspersores invertidos, suspensos na latada, em um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico com 66% de areia e 24% de argila, cultivado com videiras na região noroeste de São Paulo (Figura 4).

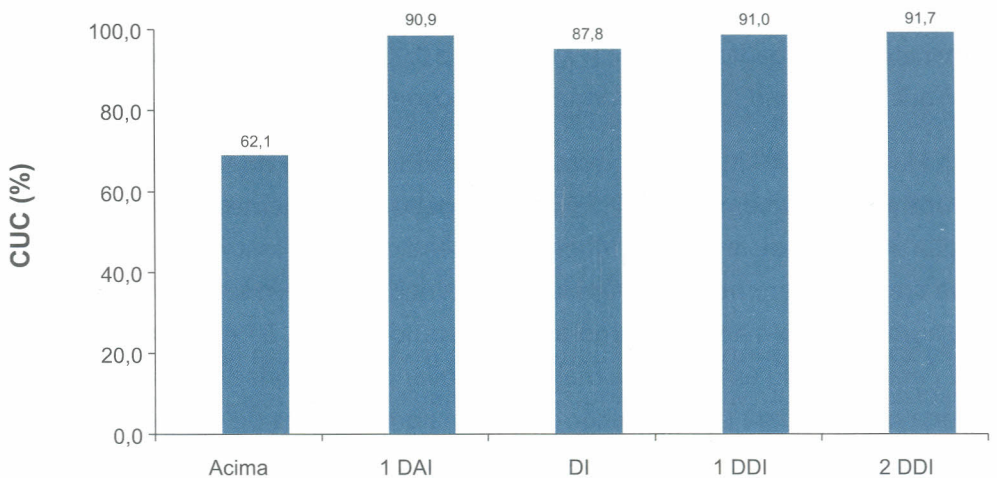


Figura 4. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) acima da superfície do solo (Acima) e abaixo da superfície do solo um dia antes da irrigação (1 DAI), no dia da irrigação (DI), um dia depois (1 DDI) e dois dias depois da irrigação (2 DDI).

Fonte: Conceição (2003a).

Na microaspersão, os emissores são normalmente posicionados a cada duas plantas e, se o espaçamento permitir, a cada duas fileiras, não havendo problemas de interferência dos troncos, como na aspersão subcopia. Os emissores de maiores vazões apresentam menos problemas de entupimento e tempos de irrigação menores, requerendo, contudo, maior custo inicial por exigirem tubulações de maior diâmetro e motobombas mais potentes. Sempre que possível, as tubulações devem ficar suspensas na parreira, evitando-se cortes por enxadas ou danos por animais.

Como nos outros métodos de irrigação, na microaspersão deve-se precaver em relação a equipamentos de baixa qualidade. Tubulações com pressão nominal menor que a requerida tendem a rachar com o tempo, e rotores (bailarinas) de qualidade inferior desgastam-se com o uso, prejudicando a aplicação de água.

Necessidades hídricas e coeficiente de cultura para a videira

Segundo Mullins et al. (1992), o uso da água por um vinhedo é caracterizado por uma baixa demanda tanto no início da fase de crescimento quanto após a colheita, e por uma alta demanda, quando o dossel está plenamente desenvolvido. A evapotranspiração (ET_c) para vinhedos em formação é menor do que para os já estabelecidos.

Doorenbos e Kassam (1979) apresentam valores do coeficiente de cultura (K_c) para videiras variando entre 0,35 e 0,70 em condições de alta umidade relativa do ar (UR) e em baixas velocidades do vento (V), e de 0,55 a 0,90 em baixa UR e com altos valores de V , que são as condições que normalmente ocorrem em áreas vitícolas irrigadas.

Zyl e Huyssteen (1980), em um estudo realizado na África do Sul, compararam a evapotranspiração da cultura (ET_c) para a videira em diferentes sistemas de condução: na forma de arbusto (AB), em espaldeira com três arames ($E3$), em espaldeira com cinco arames ($E5$) e em latada inclinada (LI). A condução tipo AB foi a que apresentou o maior consumo hídrico, seguido por LI , $E5$ e $E3$. O valor maior de LI era esperado em razão da maior área foliar proporcionada. Mas a maior demanda determinada em AB decorreu dos maiores valores de temperatura e de velocidade do vento e de uma porcentagem de sombreamento de 28,5% menor do que em LI , o que afetou diretamente a ET_c .

Peacock et al. (1987) apresentaram para a variedade Thompson Seedless, na Califórnia, EUA, cultivada em espaldeira e irrigada por gotejamento, valores de ET_c

que variaram conforme o desenvolvimento foliar da cultura de 0,2 mm dia⁻¹ a 3,6 mm dia⁻¹, com um valor médio de ET_c igual a 2,7 mm dia⁻¹. Os valores de K_c variaram de 0,04, no início do ciclo, a 0,41, a partir da nona semana e, até o final do ciclo, apresentaram um valor médio no período igual a 0,36.]

Saayman e Lambrechts (1995), em um trabalho na África do Sul com a variedade Barlinka irrigada por microaspersão e gotejamento, apresentaram fatores para serem multiplicados pela evaporação do tanque Classe A variando entre 0,20 e 0,60, que correspondem a valores de K_c entre 0,29 e 0,86, assumindo-se um coeficiente do tanque Classe A (K_p) igual a 0,7.

Gurovich (1996) recomenda valores de K_c para a irrigação da videira no Chile, os quais variem de 0,10 na época de brotação a 0,90 no final do ciclo.

Yunusa et al. (1997a) realizaram um estudo no sudoeste da Austrália para avaliar o consumo de água pela cultura da videira, variedade Sultana (*Vitis vinifera* L.) sob pé-franco (PF) e com porta-enxerto (PE), conduzidas em espaldeira e irrigadas por gotejamento. Os autores verificaram que a evaporação da água do solo correspondeu a 62% e 49% da ET_c para as plantas sob pé-franco e enxertadas respectivamente, cuja diferença ocorreu em virtude de um maior sombreamento do solo proporcionado pelas PE. As baixas taxas de transpiração devem-se à baixa fração da energia radiante interceptada pelo dossel e ao fato de a videira fechar seus estômatos quando a umidade do ar é baixa, mesmo que o solo esteja bem-suprido de água. Esse trabalho permitiu observar que, mesmo que se utilize um sistema de irrigação por gotejamento, a evaporação da água do solo pode ser elevada em razão da alta frequência de aplicação e da reduzida cobertura do solo pelo dossel das plantas.

Pereira (1997) apresentou valores de K_c , em relação à evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith, variando de 0,50 a 0,85 para variedades rústicas (*Vitis labrusca* L.) e de 0,30 a 0,70 para variedades europeias (*Vitis vinifera* L.). Essa diferença de valores foi atribuída ao sistema de condução, que normalmente é mais exposto nas variedades rústicas.

Araujo et al. (1999) recomendaram para a variedade Alphonse Lavallé, cultivada em condições tropicais na Venezuela, irrigada por gotejamento e conduzida em latada, valores de ET_c entre 1,3 mm dia⁻¹ e 3,9 mm dia⁻¹. Os autores sugeriram valores do fator de multiplicação pela evaporação do tanque entre 0,20 e 0,60, com um valor médio igual a 0,42. Assumindo-se um coeficiente do tanque Classe A (K_p) igual a 0,7, esses valores apresentados corresponderiam a valores de K_c entre 0,29 e 0,86, com valor médio igual a 0,60, respectivamente.

Teixeira et al. (1999) determinaram o consumo hídrico da variedade Itália para as condições de Petrolina, PE. A cultura foi conduzida em um sistema de latada e irrigada por microaspersão. Durante o ciclo da cultura, a ET_c variou de 2,8 mm dia⁻¹ até 7,0 mm dia⁻¹. Os valores de K_c variaram entre 0,56 e 1,15, quando se estimou a ET_o por Penman-Monteith, e entre 0,52 e 1,24 quando a ET_o foi estimada pelo tanque Classe A.

Ávila Netto et al. (2000) registraram para a variedade Itália cultivada no Submédio São Francisco, conduzida em latada e irrigada por gotejamento, valores de ET_c variando de 2,7 mm dia⁻¹ a 4,3 mm dia⁻¹ e valores de K_c entre 0,50 e 0,74, com um valor médio igual a 0,65.

Conceição e Maia (2001) estimaram a ET_c da variedade Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L.) na região noroeste do Estado de São Paulo, conduzida em latada e irrigada por microaspersão. Os valores médios de ET_c variaram de 0,7 mm dia⁻¹ a 4,5 mm dia⁻¹, com uma média igual a 3,1 mm dia⁻¹. Os valores de K_c variaram de 0,18 a 1,08 (Figura 5), com um valor médio igual a 0,78. Verifica-se que, praticamente a partir da segunda semana após a poda, os valores de K_c são superiores a 0,6.

Teixeira et al. (2003a) avaliaram em Petrolina, PE, o consumo hídrico da variedade de mesa Superior, conduzida em latada e irrigada por microaspersão. Os valores de ET_c variaram de 1,9 mm dia⁻¹ a 5,8 mm dia⁻¹ e de 2,3 mm dia⁻¹ a 5,5 mm dia⁻¹, conforme o método de estimativa empregado. Os valores de K_c obtidos foram de 0,55 a 1,00 e de 0,52 a 0,86, com respectivas médias de 0,86 e 0,81, de acordo com os métodos utilizados. Os mesmos autores (TEIXEIRA et al., 2003b) determinaram

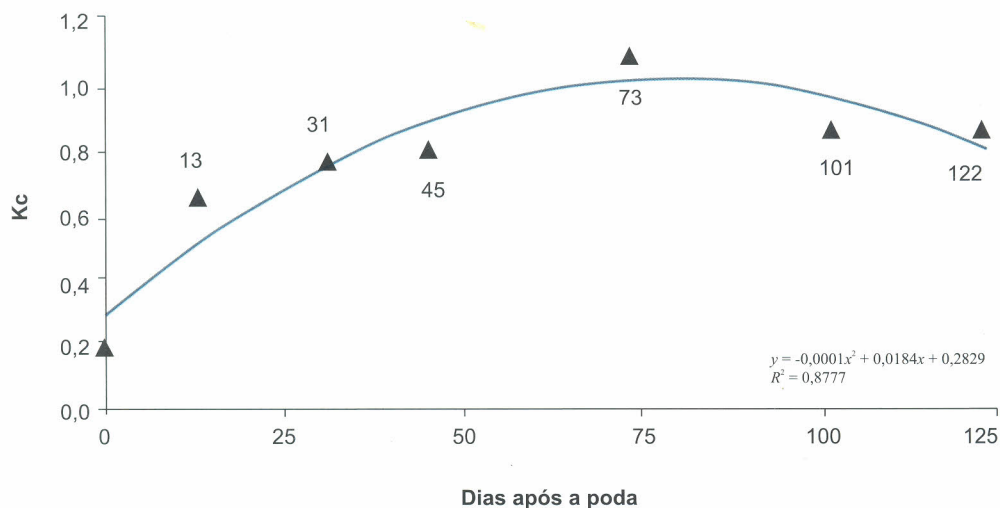


Figura 5. Variação do coeficiente da cultura (K_c) para a videira ‘Niágara Rosada’ cultivada em Jales, SP.

Fonte: Conceição e Maia (2001).

o consumo hídrico da variedade de vinho Petit Shirah, conduzida em espaldeira e irrigada por gotejamento. A ET_c variou de 2,0 mm dia⁻¹ a 6,3 mm dia⁻¹ e entre 2,3 mm dia⁻¹ e 6,1 mm dia⁻¹, conforme a metodologia empregada. Os valores de K_c encontrados, segundo o método de estimativa da ET_c , foram de 0,70 a 0,97, com média de 0,89, e de 0,51 a 0,86, com média de 0,80. Constata-se que esses valores de K_c encontrados por Teixeira et al. (2003a, 2003b) não diferem muito dos recomendados por Doorenbos e Kassam (1979) para condições de baixa umidade relativa do ar e alta velocidade do vento.

Williams et al. (2003) registraram na Califórnia, EUA, valores máximos do consumo hídrico da variedade de mesa Thompson Seedless, irrigada por gotejamento e conduzida em espaldeira, que variaram de 6,0 mm dia⁻¹ a 6,7 mm dia⁻¹ conforme o ano de produção. Os valores máximos de K_c ficaram entre 0,98 e 1,08 de acordo com o ano. Esses valores máximos ficaram próximos aos obtidos por Conceição e Maia (2001) e Teixeira et al. (1999, 2003a, 2003b) para as condições brasileiras.

Na Tabela 1, apresenta-se um resumo dos valores da ET_c bem como de seu coeficiente (K_c), obtidos por diferentes autores. Os diferentes valores de ET_c e K_c

Tabela 1. Resumo da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente da cultura (K_c) em relação à evapotranspiração de referência (ET_o) ou à evaporação do tanque Classe A (ECA) em diferentes regiões.

| Local | ET_c (mm dia ⁻¹) | K_c | K_{med} | Fonte |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|
| Geral | | 0,55 a 0,90 | 0,75 | Doorenbos e Kassam (1979) |
| Califórnia | 0,2 a 3,6 | 0,04 a 0,41 | 0,36 | Peacock et al. (1987) |
| África do Sul | | 0,29 a 0,86 | | Saayman e Lambrechts (1995) |
| Chile | | 0,10 a 0,90 | | |
| Geral | | 0,50 a 0,85 0,30 a 0,70 | | Pereira (1997) |
| Venezuela | 1,3 a 3,9 | 0,29 a 0,86 | 0,60 | Araujo et al. (1999) |
| Petrolina, PE | 2,8 a 7,0 | 0,56 a 1,15 0,52 a 1,24 | 0,82 0,87 | Teixeira et al. (1999) |
| Petrolina, PE | 2,7 a 4,3 | 0,50 a 0,74 | 0,65 | Ávila Netto et al. (2000) |
| Jales, SP | 0,7 a 4,5 | 0,18 a 1,05 | 0,78 | Conceição e Maia (2001) |
| Petrolina, PE | 1,9 a 5,8 2,3 a 5,5 | 0,55 a 1,00 0,52 a 0,86 | 0,86 0,81 | Teixeira et al. (2003a) |
| Petrolina, PE | 2,0 a 6,3 2,3 a 6,1 | 0,70 a 0,97 0,51 a 0,86 | 0,89 0,80 | Teixeira et al. (2003b) |
| Califórnia | 6,0 a 6,7 ⁽¹⁾ | 0,98 a 1,08 ⁽¹⁾ | | Williams et al. (2003) |

⁽¹⁾ Valores máximos observados.

decorrem das diferentes condições em que foram determinados, incluindo variedade, clima, solo, sistemas de condução e irrigação, frequência de aplicação de água e método de estimativa de ET_o e ET_c . O valor médio de K_c resultante dos diferentes trabalhos é de 0,72. Quando são considerados apenas os trabalhos desenvolvidos no Brasil, o valor médio de K_c fica aproximadamente 0,80. Em regiões tropicais, a videira apresenta um rápido desenvolvimento foliar, o que restringe os valores mais baixos de K_c a um curto período de tempo (Figura 5). Pode-se, dessa maneira, empregar um valor médio de K_c igual a 0,80 como base para o manejo da irrigação da videira.

Tensão da água no solo para a videira

Para monitorar a água no solo, podem-se empregar diferentes métodos, entre os quais o mais utilizado é o controle da tensão da água no solo (potencial matricial) com o uso de tensiômetros. Esse método emprega conceitos termodinâmicos, o que permite que suas informações sejam, muitas vezes, extrapoladas para diferentes condições edafoclimáticas.

Rosazza (1972 citado por CALIANDRO et al., 1988), ao estudar o manejo da irrigação em diversas variedades de uvas de mesa e de vinho na Itália, concluiu que a água deve ser aplicada sempre que a tensão da água no solo alcançar 30 kPa.

Christensen (1975), em um estudo de época de suspensão da irrigação com a variedade Thompson Seedless na Califórnia, EUA, manteve a tensão da água no solo a 0,60 m de profundidade entre 20 kPa e 40 kPa durante o período anterior à suspensão.

No trabalho desenvolvido por Wildman et al. (1976) com plantas da variedade vinícola Chardonnay, a tensão da água no solo foi mantida em aproximadamente 20 kPa, a 0,45 m de profundidade.

Neja et al. (1977), em um experimento realizado na Califórnia, EUA, adotaram um manejo em que a tensão da água no solo até 0,40 m de profundidade foi mantida entre 10 kPa e 30 kPa. Durante o período de maturação, ela foi mantida entre 10 kPa e 50 kPa.

Rooyen et al. (1980 citados por SAAYMAN; LAMBRECHTS, 1995) propuseram que, em videiras da variedade Waltham Cross cultivadas em solos arenosos (98% de

areia) na África do Sul, a tensão da água no solo variasse entre 5 kPa e 15 kPa, dependendo do período fenológico.

Terblanche (1981 citado por SAAYMAN; LAMBRECHTS, 1995) recomendou tensões máximas entre 15 kPa e 20 kPa para solos de textura leve; entre 20 kPa e 30 kPa para solos de textura média; e entre 30 kPa e 40 kPa para solos de textura pesada.

Peacock et al. (1987) observaram para a variedade de mesa Thompson Seedless que, entre os tratamentos da irrigação por gotejamento testados pelos autores, o melhor foi aquele que permitiu que a tensão da água ficasse em -10 kPa a 0,60 m de profundidade, e entre 20 kPa e 30 kPa a 1,20 m.

Gurovich (1996) estabeleceu como prática de manejo para uvas de mesa no Chile a aplicação de água de tal forma que a tensão da água no solo a 0,30 m de profundidade fique entre 15 kPa e 25 kPa.

Conceição et al. (1998) empregaram um manejo para a variedade Itália em Jales, SP, conduzida em latada e irrigada por microaspersão, sobre um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, com 660 g kg⁻¹ de areia, 100 g kg⁻¹ de silte e 240 g kg⁻¹ de argila. A aplicação de água foi realizada quando a tensão atingiu aproximadamente 10 kPa (Figura 6). Os períodos em que a tensão não chegou a atingir 10 kPa corresponderam, normalmente, à ocorrência de chuvas. Com esse manejo, o consumo hídrico médio estimado correspondeu a 31% da evaporação do tanque Classe A, o que equivale a um *Kc* médio de 0,44. O turno de rega médio foi igual a 8 dias. O valor de *Kc* foi inferior aos obtidos, geralmente,

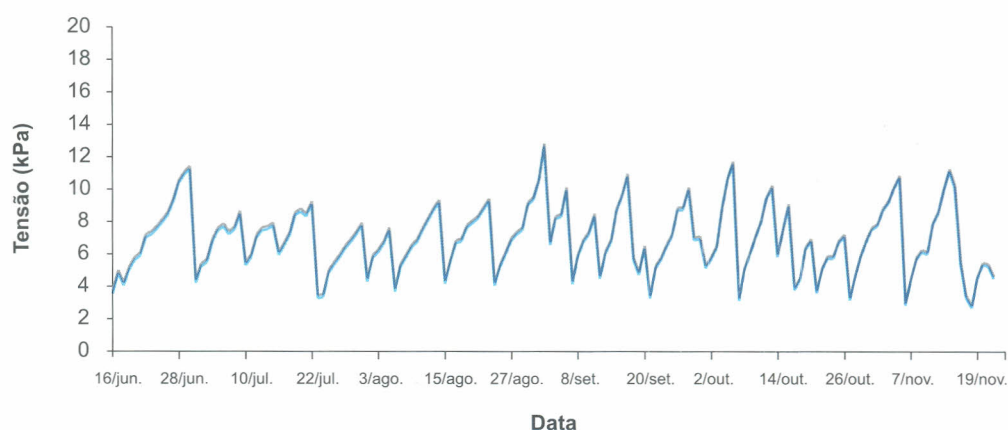


Figura 6. Variação da tensão da água no solo, considerando 10 KPa como limite para se irrigar, em videira da variedade Itália irrigada por microaspersão em Jales, SP.

Fonte: Conceição et al. (1998).

para as condições brasileiras em outros trabalhos (Tabela 1). Esse menor consumo deve-se, provavelmente, à menor frequência de irrigação, uma vez que a evaporação da água do solo está associada à frequência de seu umedecimento (ALLEN et al., 1998).

Conradie e Myburgh (2000), em um trabalho realizado na Austrália com uma variedade para vinho irrigada duas vezes por semana por microaspersão e cultivada em solo arenoso (> 97% de areia), estabeleceram como tensão máxima da água no solo um valor igual a 6,5 kPa. Nesse solo, a tensão correspondente à capacidade de campo foi de 3,5 kPa.

Os trabalhos mencionados indicam que a tensão máxima da água no solo para a irrigação da videira depende do tipo de solo e de sua capacidade de armazenamento de água. Nos diferentes trabalhos, todavia, esse valor não foi inferior, de uma forma geral, a 40 kPa. A videira no Brasil é cultivada principalmente em solos de textura arenosa ou média, pois os solos de textura argilosa apresentam, muitas vezes, problemas de drenagem que podem prejudicar o desempenho da cultura.

Deve-se considerar também que, para níveis de tensão da água no solo mais baixos (mais negativos), a variabilidade espacial das medidas aumenta, o que dificulta a representatividade dos registros dos tensiômetros e, consequentemente, o manejo da água. Por essa razão, recomenda-se que a tensão da água na região radicular da videira (de 0,40 m a 0,60 m de profundidade) seja mantida em valores superiores a 20 kPa. Tensiômetros devem também ser instalados a profundidades maiores para que se monitorem possíveis perdas por percolação.

Para se obter a lâmina a ser aplicada quando a tensão da água no solo atingir determinado valor, deve-se conhecer a curva de retenção da água desse solo. A sua determinação é feita em laboratório especializado, a partir de amostras de solo não deformadas.

A grande vantagem do manejo baseado na tensão da água no solo é que se pode reduzir o número de irrigações. No trabalho apresentado por Conceição et al. (1998) durante o ciclo da cultura, que foi de aproximadamente 5 meses, foram realizadas 17 irrigações. O restante da demanda hídrica foi fornecido pela precipitação pluvial. Se fosse estabelecido um turno de rega fixo de, por exemplo, duas vezes por semana, o número seria de aproximadamente 40 irrigações durante o ciclo da cultura.

Relações hídricas nas plantas

Outra forma de se estabelecer um critério para determinar o momento ideal de aplicação de água é por meio da determinação das condições hídricas das plantas.

Grimes e Williams (1990), trabalhando com a cultivar Thompson Seedless na Califórnia, concluíram que o rendimento da cultura será alto se a irrigação mantiver o potencial hídrico das folhas ao meio-dia acima de $-0,9$ MPa e a condutância estomática maior que $0,008 \text{ m s}^{-1}$, o que equivale a uma resistência estomática inferior a 125 s m^{-1} .

Novello e Palma (1997) testaram, na Itália, o efeito da irrigação sobre duas variedades de videira e três porta-enxertos. Os autores observaram que os potenciais hídricos médios nas folhas foram de $-0,95$ MPa com irrigação, e de $-1,45$ MPa sem irrigação. O valor com irrigação ficou próximo ao indicado por Grimes e Williams (1990).

Yunusa et al. (1997b), ao estudarem a evapotranspiração em um parreiral na Austrália irrigado por sulcos, observaram que a resistência estomática média em 2 anos consecutivos foi de $159 \pm 20 \text{ s m}^{-1}$ no primeiro ano, e de $119 \pm 23 \text{ s m}^{-1}$ no segundo. Esses valores, principalmente no segundo ano, aproximaram-se do valor da resistência estomática apresentado por Grimes e Williams (1990).

Pire e Ojeda (1999) pesquisaram, em uma região semiárida da Venezuela, o efeito de diferentes regimes de irrigação sobre a variedade Itália. As plantas mantidas em condições ótimas de irrigação apresentaram um consumo hídrico de 10% a 20% da capacidade de água disponível do solo. A resistência estomática às 14h variou entre 100 s m^{-1} e 150 s m^{-1} para as condições irrigadas, e 500 s m^{-1} para as plantas em estresse. Os valores da resistência estomática encontrados também ficaram próximos ao limite indicado por Grimes e Williams (1990).

Dessa maneira, na falta de informações de pesquisas, podem-se adotar, a princípio, valores máximos da resistência estomática e do potencial hídrico na folha, ao meio-dia, iguais a aproximadamente 125 s m^{-1} e $-0,9$ MPa, respectivamente.

Manejo da irrigação

O manejo da irrigação visa aplicar água à cultura na medida certa, no momento adequado. Para se determinar a quantidade de água a ser aplicada, deve-se conhecer a ET_c , que engloba a evaporação da água do solo e a transpiração das

plantas. A ET_c dependerá da variedade, do tipo de solo, das condições meteorológicas e dos sistemas de condução da planta e de irrigação, entre outros. Durante os estádios iniciais de desenvolvimento, há um predomínio da evaporação da água do solo sobre a transpiração das plantas. Posteriormente, com o desenvolvimento da cultura, a transpiração passa a exercer o papel predominante no processo.

Para determinar a ET_c , é comum determinar primeiramente a ET_o da região, multiplicando-a posteriormente por um valor de K_c ($ET_c = ET_o \times K_c$). Para obter a ET_o , utilizam-se normalmente estimativas meteorológicas. Quanto maiores forem a radiação solar e a velocidade do vento, e quanto menor for a umidade relativa do ar, maior será a ET_o . O método padrão atual para a estimativa da ET_o é o de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO (ALLEN et al., 1998). Esse método é normalmente utilizado quando se dispõe de estações meteorológicas automáticas, com sensores de radiação, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar.

Outro método bastante adotado em áreas irrigadas para a estimativa da ET_o é o do tanque Classe A, que consiste em medir diariamente a evaporação do tanque (ECA) e, a partir desse valor, multiplicá-la por um coeficiente (K_p), obtendo-se a ET_o ($ET_o = K_p \times ECA$). O valor de K_p depende da bordadura ao redor do tanque (F), da velocidade do vento (V_v) e da umidade relativa do ar (UR). Para a determinação de K_p , podem-se empregar tabelas ou equações em que K_p é função de F , V_v e UR . Nem todo local, contudo, onde está instalado um tanque Classe A, possui registros de UR ou de V_v , o que dificulta a determinação de K_p pelas tabelas ou equações. Nesses casos, podem-se empregar valores fixos de K_p para os diversos meses do ano, conforme as condições climáticas locais. Na região noroeste do Estado de São Paulo, podem-se adotar os seguintes valores de K_p : 0,8 para o período de dezembro a março e 0,7 para o período de abril a novembro (CONCEIÇÃO, 2002).

No caso de não se dispor de estimativas diárias, podem-se empregar valores médios históricos de ET_o como base para o manejo da água (CONCEIÇÃO, 2003b; HANSON, 1996; PEACOCK et al., 1987). A Tabela 2 contém valores médios decenais de ET_o para a região vitícola de Jales, SP.

Dividindo-se a Tabela 2 em dois períodos, verifica-se que:

- De abril a julho, a ET_o média é de aproximadamente 3,0 mm dia⁻¹.
- De agosto a março, o valor médio da ET_o é de 4,5 mm dia⁻¹.

Tabela 2. Valores médios decendiais (mm dia⁻¹) da evapotranspiração de referência (*ET_o*) na região de Jales, SP.

| Decêndio | Média | Decêndio | Média | Decêndio | Média | Decêndio | Média |
|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Jan. (01–10) | 4,4 | Abr. (01–10) | 3,7 | Jul. (01–10) | 3,2 | Out. (01–10) | 4,6 |
| Jan. (11–20) | 4,5 | Abr. (11–20) | 3,5 | Jul. (11–20) | 3,2 | Out. (11–20) | 4,8 |
| Jan. (21–31) | 4,9 | Abr. (21–30) | 3,3 | Jul. (21–31) | 3,5 | Out. (21–31) | 4,6 |
| Fev. (1–10) | 4,3 | Mai. (1–10) | 3,2 | Ago. (1–10) | 3,9 | Nov. (1–10) | 4,4 |
| Fev. (11–20) | 4,4 | Mai. (11–20) | 2,7 | Ago. (11–20) | 4,4 | Nov. (11–20) | 4,0 |
| Fev. (21–28) | 4,4 | Mai. (21–31) | 2,8 | Ago. (21–31) | 4,6 | Nov. (21–30) | 4,3 |
| Mar. (1–10) | 4,4 | Jun. (1–10) | 2,9 | Set. (1–10) | 4,5 | Dez. (1–10) | 5,0 |
| Mar. (11–20) | 4,1 | Jun. (11–20) | 2,9 | Set. (11–20) | 4,3 | Dez. (11–20) | 4,2 |
| Mar. (21–31) | 4,2 | Jun. (21–30) | 2,9 | Set. (21–30) | 4,2 | Dez. (21–31) | 4,8 |

Fonte: Conceição (2003b).

A região vitícola de Pirapora, MG, também apresenta dois períodos distintos de *ET_o* (MEDEIROS, 2002):

- De abril a julho, a *ET_o* média é de aproximadamente 4,0 mm dia⁻¹.
- De agosto a março, o valor médio aproximado da *ET_o* é de 5,7 mm dia⁻¹.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores mensais da *ET_o* determinada pelo método do tanque Classe A para a região semiárida de Petrolina, PE.

Tabela 3. Valores mensais da *ET_o* (mm dia⁻¹) para Petrolina, PE.

| Mês | <i>ET_o</i> | Mês | <i>ET_o</i> |
|------|-----------------------|------|-----------------------|
| Jan. | 5,4 | Jul. | 4,6 |
| Fev. | 5,4 | Ago. | 5,5 |
| Mar. | 5,5 | Set. | 6,3 |
| Abr. | 5,3 | Out. | 6,7 |
| Mai. | 4,5 | Nov. | 6,3 |
| Jun. | 4,2 | Dez. | 5,4 |

Fonte: Embrapa Semi-Árido (2005).

Verifica-se que nessa região existem três períodos distintos:

- Entre os meses de maio e julho, a ET_o média aproximada é de $4,5 \text{ mm dia}^{-1}$.
- De janeiro a abril e nos meses de agosto e dezembro, a ET_o média é de aproximadamente $5,5 \text{ mm dia}^{-1}$.
- De setembro a novembro, a ET_o média é de $6,5 \text{ mm dia}^{-1}$, sendo esse o período de maior demanda.

Como mencionado anteriormente, a partir do valor estimado da ET_o , determina-se a ET_c , multiplicando-se a ET_o por um valor de K_c . No início do desenvolvimento vegetativo (após a poda), a área foliar é pequena e o valor de K_c será função, principalmente, da evaporação da água do solo, que está relacionada à frequência de irrigação e ET_o do local (ALLEN et al., 1998). Por essa razão, devem-se evitar aplicações diárias ou a cada dois dias para sistemas por aspersão e por microaspersão. De uma forma geral, pode-se adotar um K_c no início entre 0,40 e 0,60.

A partir do florescimento até a colheita, pode-se adotar um só valor de K_c para facilitar o manejo da irrigação, já que é comum, dentro de um mesmo parreiral, existirem plantas em diferentes fases de desenvolvimento. Isso ocorre porque a poda é realizada normalmente por fileiras, havendo variações de períodos fenológicos entre elas. Nessa fase, de uma forma geral, pode-se considerar um K_c médio para a videira de aproximadamente 0,80, conforme já mencionado.

Considerando-se, por exemplo, um K_c médio igual a 0,80 e uma ET_o igual a $4,5 \text{ mm dia}^{-1}$ (maior valor médio de Jales), tem-se uma ET_c média igual a $3,6 \text{ mm dia}^{-1}$ ($4,5 \times 0,8$) ou $36.000 \text{ L ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; já para uma ET_o de $6,5 \text{ mm dia}^{-1}$ (maior valor médio de Petrolina), a ET_c será de $5,2 \text{ mm dia}^{-1}$ ($6,5 \times 0,8$) ou $52.000 \text{ L ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

No período de repouso, que ocorre após a colheita, sugere-se reduzir o fornecimento de água à planta, podendo-se adotar um K_c entre 0,4 e 0,5. A irrigação, contudo, deve ser mantida nesse período. Em áreas onde se emprega a fertirrigação, faz-se também necessária a continuação do fornecimento de nutrientes via água.

Para determinar o tempo de irrigação (T_I), basta dividir a ET_c pela vazão total aplicada à área. Considerando-se, por exemplo, um espaçamento entre microaspersores de $4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}$, têm-se 500 emissores por hectare. Com uma vazão unitária de 70 L h^{-1} , a vazão por hectare será igual a 35.000 L h^{-1} (500×70). Uma ET_c igual a $52.000 \text{ L ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ significará um tempo de irrigação de aproximadamente $1,5 \text{ h dia}^{-1}$ ($52.000/35.000$). Se a irrigação for realizada a cada 4 dias, isso representará

um *TI* de 6 horas a cada 4 dias (1,5 x 4). A esse tempo deverá ser acrescentado um percentual entre 10% e 20% correspondente à eficiência de aplicação do sistema.

Nos sistemas de gotejamento, a frequência de irrigação deve ser normalmente alta em virtude do menor volume de solo molhado, o que representa uma menor reserva hídrica para a cultura. Para os sistemas de aspersão e microaspersão, recomendam-se, contudo, irrigações menos frequentes (de uma a duas vezes por semana nas condições brasileiras), conforme a época do ano, o período de desenvolvimento da cultura e o tipo de solo.

Fertirrigação da videira

Embora seja uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar os fertilizantes, ressalta-se que a água de irrigação é apenas o veículo para a sua aplicação, devendo-se considerar sempre as exigências nutricionais da cultura. A videira apresenta exigências nutricionais específicas, influenciadas por porta-enxerto, variedade copa, sistema de condução, clima, solo e produtividade.

Todos os fertilizantes necessários ao cultivo da videira podem ser aplicados via água de irrigação. A tomada de decisão sobre a fertirrigação de um nutriente deve levar em conta aspectos técnicos e econômicos. A indústria de fertilizantes evoluiu rapidamente, principalmente em países como Israel, Espanha e Holanda. Com isso, estão disponíveis fertilizantes em forma sólida e líquida, com solubilidade, índice salino e composição que são adequados à utilização em fertirrigação.

O nitrogênio é o nutriente utilizado com maior frequência na fertirrigação. Para a variedade de mesa Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L.) cultivada na região de Jales, SP, Melo e Maia (2001) recomendam que todo o nitrogênio seja aplicado até 45 dias após a poda. Na poda de formação, devem ser aplicados 60 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹ e 30 kg ha⁻¹ de N aos 10 dias, 30 dias e 45 dias após a poda, respectivamente, totalizando 130 kg ha⁻¹ de N. Durante a época de produção, são necessários 100 kg ha⁻¹ de N em três parcelamentos de 60 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹ e 10 kg ha⁻¹, nos mesmos períodos apresentados na poda de formação, com um total anual igual a 230 kg ha⁻¹ de N.

Para a produção de uvas finas de mesa na mesma região, Terra et al. (1998) recomendam teores de N entre 200 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹, conforme a meta de produtividade desejada. Segundo os autores, 33% do N deve ser aplicado um mês antes da poda, e o restante deve ser parcelado em três vezes iguais, aos 30 dias após a poda, na fase de chumbinho e na fase de meia baga.

Pereira et al. (2000) recomendam para a região do Submédio São Francisco aplicações de N iguais a 60 g planta⁻¹, 70 g planta⁻¹, 80 g planta⁻¹, 100 g planta⁻¹ e 120 g planta⁻¹ para o primeiro, segundo, terceiro, quarto e a partir do quinto ciclo de produção, respectivamente. De acordo com os autores, para o sistema de podas adotado na região, 30% do N deve ser aplicado de 10 a 15 dias antes da poda, durante o período de repouso; 40% entre a poda e a pré-floração, devendo-se evitar a aplicação durante o florescimento; 30% entre a fecundação e o início da maturação.

Existem vários fertilizantes com compostos nitrogenados que podem ser usados na fertirrigação da videira. As formas mais comuns desses compostos são nitratos, amônio, amida e aminoácidos. Todas essas formas são passíveis de sofrer transformações e/ou de ser absorvidas pela videira em maior ou menor proporção. Quanto à preferência da videira pela absorção de nitrato ou amônio, Hajrasuliha et al. (1998) observaram que, na variedade Thompson Seedless, não houve diferenças na absorção de nitrogênio quando este foi aplicado via gotejamento na forma de nitrato de potássio e sulfato de amônio.

Os trabalhos realizados pela Embrapa Semiárido em Petrolina, PE, com as variedades Marroo Seedless, Superior Seedless, Catalunha, Perlette e Thompson Seedless, cultivadas em solo arenoso (84% de areia) e irrigadas por microaspersão, permitiram concluir que o nitrogênio proporciona maior produção e melhor qualidade de frutos quando a dose aplicada, via fertirrigação, varia de 75 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹, sem o uso de matéria orgânica no solo (SILVA et al., 2003).

A resposta da videira ao nitrogênio aplicado via fertirrigação está relacionada às exigências da cultura numa determinada fase de desenvolvimento, à textura do solo, ao teor e à qualidade da matéria orgânica do solo, ao teor de nitrogênio mineral (nitrato e amônio) no solo, ao pH do solo e às características do fertilizante utilizado. Em solos de textura arenosa, com alta possibilidade de lixiviação do nitrogênio, a aplicação de pequenas doses e com maior frequência aumenta a sua disponibilidade no solo.

Trabalhando com colunas de solo, Coelho et al. (2000) observaram que o transporte de NH₄⁺ aplicado nas formas de sulfato de amônio, nitrato de amônio e cloreto de amônio sofreu um retardamento entre 2,4 e 3,4 vezes o volume de poros de um Latossolo Vermelho Distrófico. Isso significa que, na fertirrigação, após a aplicação do NH₄⁺, a irrigação deveria continuar, com o objetivo de transportar o nutriente até a profundidade onde se encontra o maior volume de raízes ativas.

Por sua vez, a aplicação de ureia mais nitrato de cálcio promoveu acúmulo de nitrato em um solo arenoso (85% de areia) cultivado com videira, após três ciclos de produção (Tabela 4). O sistema de irrigação por microaspersão foi utilizado na área, e a fertirrigação foi realizada três vezes por semana.

Com base nesses resultados, pode-se afirmar que, para uma recomendação adequada de nitrogênio via fertirrigação para a videira, devem-se considerar, além dos teores de N nas folhas, da produtividade desejada ou da quantidade de N extraída, outros aspectos como manejo da fertirrigação, teor de matéria orgânica e formas e concentração de N no solo. As épocas de aplicação dos fertilizantes nitrogenados devem obedecer à fenologia da videira, cuja máxima absorção ocorre durante as fases de brotação e de crescimento da baga. Dessa forma, a fertirrigação com nitrogênio deve ser realizada da poda ao pré-florescimento e do pós-florescimento ao início da maturação.

A aplicação de potássio via água de irrigação também é bastante difundida. O potássio é absorvido pela videira na forma de K^+ , e a sua necessidade mais intensa ocorre durante os estádios de lignificação dos ramos e maturação dos frutos (TERRA, 2001). Melo e Maia (2001) recomendam para a variedade Niágara Rosada 60 kg ha⁻¹ de K₂O aos 45 dias após a poda de formação, e ainda a aplicação de 40 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O aos 45 dias, 60 dias e 80 dias após a poda de produção, respectivamente, totalizando 190 kg ha⁻¹ de K₂O anualmente.

Para a produção de uvas finas de mesa no noroeste paulista, Terra et al. (1998) recomendam entre 120 kg ha⁻¹ e 480 kg ha⁻¹ de K₂O por ano conforme a análise do solo e a meta de produtividade da cultura. O parcelamento recomendado pelos autores é semelhante ao indicado por eles para a adubação nitrogenada na região.

Tabela 4. Concentração de NH_4^+ e NO_3^- em amostras de solo coletadas após o terceiro ciclo de produção em duas variedades de uva sem sementes, cultivadas em solo arenoso.

| Profundidade (m) | NH ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | (µg g ⁻¹ de solo) | |
| Superior Seedless | | |
| 0,00–0,20 | 2,45 | 16,25 |
| 0,20–0,40 | 1,84 | 14,72 |
| Catalunha | | |
| 0,00–0,20 | 3,37 | 8,59 |
| 0,20–0,40 | 3,37 | 6,44 |

Fonte: Silva et al. (2003).

Pereira et al. (2000) recomendam de 30 g planta⁻¹ a 160 g planta⁻¹ de K₂O na fase de produção da videira conforme a análise de solo e o ciclo de produção da cultura. Segundo os autores, 20% do potássio deve ser aplicado de 10 a 15 dias antes da poda (período de repouso); 20%, da floração até o crescimento da baga (tamanho azeitona); 60%, do crescimento da baga até a maturação.

O cloreto de potássio, fertilizante amplamente utilizado em outras espécies vegetais, é utilizado com restrições na videira em razão de observações práticas de que o cloro em excesso causa injúrias à planta e/ou compromete a produção e a qualidade dos frutos. Embora esses efeitos sejam comprovadamente causados pelo excesso de cloro na água (AYRES; WESCOT, 1991), as fontes de potássio mais usadas na região do Submédio São Francisco são o sulfato de potássio, que é também fonte de enxofre, e, com menor frequência, o nitrato de potássio, que também é fonte de nitrogênio. Tanto o sulfato quanto o nitrato de potássio têm baixa solubilidade e alto custo por unidade de potássio em relação ao cloreto.

O fósforo, que é absorvido na forma de H₂PO₄⁻, apresenta baixa mobilidade no solo e é normalmente aplicado no início do ciclo da cultura. Melo e Maia (2001) sugerem para a variedade Niágara Rosada que seja realizada a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ 10 dias antes da poda de formação e 60 kg ha⁻¹ 30 dias após essa poda. Para a poda de produção, os autores recomendam o mesmo parcelamento, mas usando-se 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em vez de 60 kg ha⁻¹. Isso corresponde a um total de 280 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por ano. Terra et al. (1998) recomendam para uvas finas de mesa um total anual entre 120 kg ha⁻¹ e 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ conforme a análise de solo e a produtividade desejada. A metade do P deve ser aplicada um mês antes da poda e o restante, um mês depois.

Pereira et al. (2000) recomendam para o Submédio São Francisco valores entre 50 g planta⁻¹ e 100 g planta⁻¹ de P₂O₅ de acordo com o ciclo de produção e a análise de solo. Considerando-se o solo corrigido, os autores recomendam a partir do quinto ciclo produtivo uma única aplicação de 100 g planta⁻¹ por ciclo, independentemente da análise de solo.

O principal fertilizante com fósforo utilizado na fertirrigação da videira é o ácido fosfórico, que pode ser aplicado também para efetuar a limpeza do sistema de irrigação. Com a utilização do ácido fosfórico, a fertirrigação da videira com fertilizantes que contenham fósforo sofreu um incremento considerável. O fósforo caracteriza-se por apresentar baixa mobilidade no solo em virtude da alta capacidade de adsorção pelos colóides minerais. Assim, com o crescimento da utilização dos métodos de irrigação localizada, a aplicação de fósforo ao solo passou a ser

realizada via fertirrigação, na forma de ácido fosfórico, MAP e DAP, e mais recentemente de MKP (PeaK) e fosfato de ureia. Esses fertilizantes apresentam como características comuns a alta solubilidade e a elevada acidez, principalmente o ácido fosfórico e o fosfato de ureia. No entanto, alguns apresentam custo muito elevado.

Os fertilizantes que contêm fósforo podem provocar entupimentos em sistemas de irrigação localizada em decorrência da incompatibilidade do fósforo com sais de cálcio e magnésio. Assim, deve-se atentar para a composição das misturas de fertilizantes e também para a qualidade da água de irrigação.

A mobilidade do fósforo no solo está relacionada a sua textura. Solos argilosos possuem maior capacidade de adsorção de fósforo. Tanto a quantidade quanto o tipo de mineral de argila interferem nesse fenômeno. Além da textura, a frequência de aplicação e a quantidade de água aplicada são variáveis que também afetam o transporte de fósforo no solo. Assim, em solos arenosos irrigados por microaspersão, e principalmente por gotejamento, pode ocorrer uma movimentação considerável do fósforo, colocando-o, até mesmo, fora da zona de maior concentração de raízes.

Esse fato ocorreu em um estudo realizado por Soares et al. (1997) em um Neossolo Quartzarênico (94% de areia). O fósforo movimentou-se para regiões profundas, abaixo da zona de maior concentração de raízes da videira da variedade Itália, irrigada por gotejamento, por causa da sua aplicação na forma de ácido fosfórico, na frequência de duas vezes ao dia (Figura 7). O aumento da mobilidade deve-se a uma maior concentração aplicada em uma pequena área, o que satura os sítios de adsorção próximos ao ponto de aplicação.

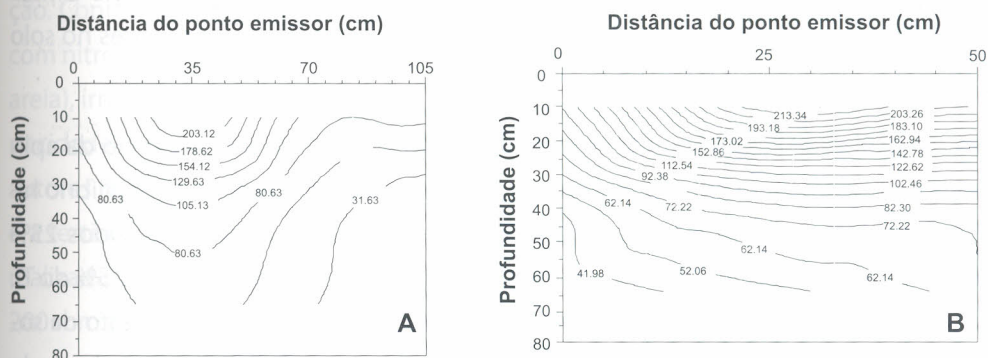


Figura 7. Concentração de fósforo, em mg dm^{-3} , em amostras de solo coletadas sob o emissor, no sentido transversal à linha de gotejadores (A), e na metade do espaçamento entre emissores, no sentido longitudinal à linha de gotejadores (B).

Fonte: Soares et al. (1997).

A aplicação de cálcio via água de irrigação mostra-se extremamente vantajosa para culturas que apresentam demanda elevada por esse nutriente, como a videira. A calagem, que é normalmente realizada nos solos cultivados com videiras no Brasil, é uma das principais fontes de cálcio para a cultura. A aplicação de cálcio via fertirrigação é mais complexa, pois pode favorecer a formação de precipitados no interior das tubulações e dos emissores de água. A fonte mais usada de cálcio na fertirrigação é o nitrato de cálcio, que é bastante solúvel. Deve-se precaver, entretanto, quanto à sua incompatibilidade com outros fertilizantes usados na fertirrigação. Em solos arenosos, com baixa capacidade de troca catiônica, e com pH acima de 6,0, a utilização de nitrato de cálcio como fonte de nitrogênio tem-se mostrado muito adequada, pois permite elevar os teores de cálcio no solo. Entretanto, deve-se atentar para a alternância de fontes de nitrogênio, com o objetivo de manter o equilíbrio entre os cátions Ca, Mg e K no solo.

O magnésio (Mg^{2+}) e o enxofre (SO_4^{2-}) são dois elementos medianamente utilizados pela videira (TERRA, 2001). O calcário dolomítico e alguns fungicidas são, respectivamente, fontes de magnésio e enxofre para as plantas. Em caso de necessidade, o sulfato de magnésio pode ser empregado como fonte de SO_4^{2-} e Mg^{2+} na fertirrigação da videira. Esse fertilizante é bastante solúvel e compatível com a maioria dos outros fertilizantes empregados via água de irrigação. O nitrato de magnésio é também uma alternativa viável para o suprimento de Mg^{2+} via fertirrigação, embora apresente custo elevado.

Entre os micronutrientes demandados pela videira, destacam-se o boro, o manganês e o zinco. O zinco e o manganês são normalmente fornecidos por meio de fungicidas. O boro pode ser aplicado via fertirrigação na forma de ácido bórico, e a dose é estabelecida conforme análise foliar e/ou análise do solo. Melo e Maia (2001) recomendam a aplicação de 6 kg ha^{-1} de B quando os seus teores no solo estiverem abaixo de $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$.

Ao realizar a fertirrigação, não se devem injetar os fertilizantes no início da aplicação de água; é necessário aguardar para que o sistema entre em equilíbrio hidráulico. Assim, deve-se iniciar a aplicação de adubos quando decorridos 25% do tempo de irrigação (TI) e cessar a injeção quando faltarem cerca de 25% do TI. Esse procedimento visa à limpeza do sistema e também ao deslocamento da solução fertilizante até a profundidade na qual está concentrado o maior volume de raízes ativas. Se o tempo de irrigação for, por exemplo, de 4 horas, deve-se iniciar a injeção de fertilizantes após 1 hora e terminá-la após 2 horas, deixando 1 hora para a limpeza da tubulação.

Esse manejo é realizado independentemente do tipo de solo, do sistema de irrigação e da distribuição do sistema radicular. Na prática, contudo, visto que o solo é um meio reativo, ocorre um retardamento dos solutos em relação à água, por causa da interação dos íons com o solo. Para íons como fósforo e potássio, esse fator de retardamento torna-se particularmente importante em razão da adsorção do primeiro e das reações de troca do segundo na superfície dos colóides do solo.

Isso foi observado em uma área cultivada com uva 'Superior Seedless' por Silva et al. (2001), que, utilizando colunas de PVC com amostras de solo indeformadas, em condições não saturadas, determinaram que o fator de retardamento para o potássio é 3,3. A condição insaturada assemelha-se ao que ocorre na fertirrigação por gotejamento, uma vez que a região próxima ao emissor encontra-se praticamente saturada. O fator de retardamento obtido significa que é necessário aplicar uma quantidade de água equivalente a 3,3 vezes o volume de poros desse solo para deslocar a solução fertilizante em virtude da interação da mesma com os agregados do solo.

A frequência de aplicação dos fertilizantes dependerá da curva de absorção de nutrientes da planta, do tipo de solo, das condições climáticas (especialmente das precipitações), do sistema de irrigação utilizado e do manejo da irrigação. Com a fertirrigação, o parcelamento das doses apresentadas anteriormente (MELO; MAIA, 2001; PEREIRA et al., 2000; TERRA et al., 1998) poderá ser maior, aplicando-se os fertilizantes uma a duas vezes por semana em sistemas de aspersão e microaspersão, ou até mesmo diariamente no caso de sistemas por gotejamento.

Na ocorrência de baixos índices de precipitação pluvial, a frequência de aplicação de fertilizantes estará diretamente relacionada ao manejo adequado da irrigação. Conradie e Myburgh (2000) testaram diferentes frequências de fertirrigação com nitrogênio e potássio para videiras cultivadas em um solo arenoso (> 97% de areia), irrigadas por microaspersão. Apesar do alto teor de areia no solo e de a capacidade de campo corresponder à umidade equivalente à tensão de 3,5 kPa, os autores não observaram diferenças significativas entre a adubação convencional e a fertirrigação, nem entre a fertirrigação a cada três semanas e a fertirrigação realizada duas vezes por semana. A precipitação na região estudada foi inferior a 200 mm ano⁻¹, e a irrigação foi a principal fonte de água para as plantas.

Dessa maneira, verifica-se que, com um manejo adequado da água, as perdas por drenagem podem ser evitadas mesmo em solos altamente permeáveis, e isso permite um maior intervalo entre as aplicações de fertilizantes.

Referências

- ALBUQUERQUE, T. C. S. de. **Uva para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 53 p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 25).
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome, IT: FAO, 1998. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ARAUJO, F. J.; FARÍA, A.; SANCHEZ, C.; NICKEL, W.; RIVERO, Y.; URDANETA, T. A drip irrigation strategy for maximizing grapevine water use efficiency in tropical vineyards of Venezuela. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 493, p. 117-123, 1999.
- ARAUJO, F. J.; WILLIAMS, L. E.; GRIMES, D. W.; MATTHEWS, M. A. A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation: I. Root and soil water distributions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, NL, v. 60, n. 3-4, p. 235-249, 1995.
- ÁVILA NETTO, J.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M.; TEIXEIRA, A. H. de C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1559-1566, 2000.
- AYRES, R. S.; WESCOT, D. W. **A qualidade da água de irrigação na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (FAO. Estudos. Irrigação e Drenagem, 29).
- BASSOI, L. H.; HOPMANS, J. W.; JORGE, L. A. de C.; ALENCAR, C. M. de; SILVA, J. A. M. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 377-387, 2003.
- BASSOI, L. H.; MIRANDA, A. A. Análise da distribuição radicular de videiras irrigadas em latossolo vermelho-amarelo de Petrolina, PE: I - massa seca de raízes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBEA: UFPB, 1997. 1 CD-ROM.
- CALIANDRO, A.; CARRIERI, G.; FERRARA, E.; RUBINO, P. Influence of some irrigation variables on drip irrigated table grape, "Italia cv", in southern Italy. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 228, p. 189-196, 1988.
- CHADHA, K. L.; SHIKHAMANY, S. D. **The grape**: improvement, production and post-harvest management. New Delhi, IN: Malhotra, 1999. 579 p.
- CHRISTENSEN, P. Response of 'Thompson Seedless' grapevines to the timing of preharvest irrigation cut-off. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 26, n. 4, p. 188-194, 1975.
- COELHO, F. C.; RUIZ, H. A.; FERREIRA, P. A.; FRANÇA, G. E. de; ARAÚJO, C. A. de S.; DUARTE, M. A. Transporte do amônio em colunas de um latossolo vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 362-367, 2000.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Reference evapotranspiration based on Class A pan evaporation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 417-420, 2002.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Uniformidade de distribuição de água superficial e subsuperficial para microaspersores invertidos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABID, 2003a. 1 CD-ROM.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Uso de valores médios de ET_o para manejo da irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA: SBA: UFSM, 2003b. v. 1, p. 249-250.
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; MAIA, J. D. G. Coeficiente da cultura (Kc) para a videira Niágara Rosada em Jales, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA: Funceme, 2001. v. 2, p. 411-412.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDARINI NETO, J.; MAIA, J. D. G. Manejo da irrigação da videira utilizando-se tensiômetros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998, Poços de Caldas.

Resumos... Lavras:UFLA, 1998. p. 749.

CONRADIE, W. J.; MYBURGH, P. A. Fertigation of *Vitis vinifera* L. cv. Bukettraube/110 Richter on a sandy soil. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 21, n. 1, p. 26-34, 2000.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome, IT: FAO, 1979. 193 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=dadosmet>>. Acesso em: 28 fev. 2005.

GRIMES, D. W.; WILLIAMS, L. E. Irrigation effects on plant water relations and productivity of Thompson Seedless Grapevines. **Crop Science**, Madison, v. 30, p. 255-260, 1990.

GUROVICH, L. A. Irrigation scheduling of table grape cultivars in Chile. In: CAMP, C. R.; SADLER, E. J.; YODER, R. E. (Ed.). **Evapotranspiration and irrigation scheduling**. San Antonio: ASAE, 1996. p. 335-340.

HAJRASULIHA, S.; ROLSTON, D. R.; LOUIE, D. T. Fate of ¹⁵N fertilizer applied to trickle-irrigated grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 49, n. 2, p. 191-198, 1998.

HANSON, B. R. Error in using historical reference crop evapotranspiration for irrigation scheduling. In: CAMP, C. R.; SADLER, E. J.; YODER, R. E. (Ed.). **Evapotranspiration and irrigation scheduling**. San Antonio: ASAE, 1996. p. 220-224.

KUHN, G. B.; LOVATEL, J. L.; PREZOTTO, O. P.; RIVALDO, O. F.; MANDELLI, F.; SÔNEGO, O. R. **O cultivo da videira**: informações básicas. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 1996. 60 p. (EMBRAPA-CNPV. Circular Técnica, 10).

MEDEIROS, S. de S. **Indicadores para gerenciamento do uso da água no perímetro irrigado de Pirapora-MG**. 2002. 109 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MELO, G. W. B. de; MAIA, J. D. G. Manejo das plantas daninhas e adubação. In: MAIA, J. D. G.; KUHN, G. B. (Ed.). **Cultivo da niágara rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. p. 24-27.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 239 p.

NEJA, R. A.; WILDMAN, W. E.; AYERS, R. S.; KASIMATIS, A. N. Grapevine response to irrigation and trellis treatments in the Salinas Valley. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 28, n. 1, p. 16-26, 1977.

NOVELLO, V.; PALMA, L. de. Genotype, rootstock and irrigation influence on water relations, photosynthesis and water use efficiency in grapevine. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 449, n. 2, p. 467-473, 1997.

PEACOCK, W. L.; CHRISTENSEN, L. P.; ANDRIS, H. L. Development of a drip irrigation schedule for average-canopy vineyards in the San Joaquin Valley. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 38, n. 2, p. 113-119, 1987.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PEREIRA, J. R.; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J.; SOARES, J. M. Nutrição e adubação da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 213-257.

PEREIRA, L. S. Novas aproximações aos coeficientes culturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBEA: UFPB, 1997. 1 CD-ROM.

PIRE, R.; OJEDA, M. Effects of the irrigation regime on water relations of a table grape cultivars in a semiarid region of Venezuela. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 493, p. 97-102, 1999.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; FOLEGATTI, M. V.; PIMENTEL, M. H. L.; FUJIWARA, M. Distribuição e profundidade do sistema radicular da videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBEA: UFPB, 1997. 1 CD-ROM.

SAAYMAN, D.; LAMBRECHTS, J. J. N. The effect of irrigation system and crop load on the vigour of Barlinka table grapes on a sandy soil, Hex River Valley. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 16, n. 2, p. 26-34, 1995.

SANTOS, R. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; KONRAD, M.; BRAGA, R. S.; SASSAKI, N. Comportamento do sistema radicular da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Benitaka, frente ao manejo da irrigação por aspersão sob copa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEA: UFBA: Embrapa, 2002. 1 CD-ROM.

SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 9-14, 1998.

SILVA, D. J.; ARAÚJO, C. A. de S.; LEÃO, P. C. de S.; PINTO, J. M.; SOARES, J. M. **Interação entre o manejo de água e a aplicação de fósforo e potássio em videiras irrigadas do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 16 p. Projeto em andamento do Sistema Embrapa de Pesquisa, financiado pelo Banco do Nordeste.

SILVA, D. J.; LEÃO, P. C. de S.; SILVA, E. E. G. Adubação nitrogenada em uva de mesa no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10.; SEMINÁRIO CYTED: INFLUÊNCIA DE TECNOLOGIA VITÍCOLA E VINÍCOLA NA COR DOS VINHOS, 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 182. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 40).

SMART, R. E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 36, n. 3, p. 230-239, 1985.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da. Irrigação da cultura da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 147-212.

SOARES, J. M.; LIMA, M. I. de; CORDEIRO, G. C.; PEREIRA, J. R.; NASCIMENTO, T.; BARRETO, D. S. B. Monitoramento de manejo de água e nutrientes em videira sob irrigação por gotejamento na Fazenda Boa Esperança. In: SOARES, J. M.; LIMA, M. I. de; CORDEIRO, G. C.; PEREIRA, J. R.; NASCIMENTO, T.; BARRETO, D. S. B. **Rede de cooperação técnica entre a EMBRAPA-CPATSA/ Fazenda Boa Esperança**: relatório técnico de atividades de pesquisas desenvolvidas na cultura da videira e da mangueira. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. Não paginado.

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B.; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 413-416, 1999.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. Consumo hídrico em um cultivo orgânico de videira para uva de mesa. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABID, 2003a. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. Estimativa da evapotranspiração da videira para vinho utilizando o balanço de energia e a metodologia proposta pela FAO. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABID, 2003b. 1 CD-ROM.

TERRA, M. M. Nutrição e adubação da videira. In: BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. de S. (Ed.). **Cultura de uvas de mesa: do plantio à comercialização**. Ilha Solteira: Unesp-Fapesp, 2001. p. 149-176.

TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; NOGUEIRA, N. A. M. **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Catí, 1998. 51 p. (Documento Técnico, 97).

WILDMAN, W. E.; NEJA, R. A.; KASIMATIS, A. N. Improving grape yield and quality with depth-controlled irrigation. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 27, n. 4, p. 168-175, 1976.

WILLIAMS, L. E.; PHENE, C. J.; GRIMES, D. W.; TROUT, T. J. Water use of mature Thompson Seedless grapevines in California. **Irrigation Science**, New York, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2003.

YUNUSA, I. A. M.; WALKER, R. R.; BLACKMORE, D. H. Characterisation of water use by Sultana grapevines (*Vitis vinifera* L.) on their own roots or on Ramsey rootstock drip-irrigated with water of different salinities. **Irrigation Science**, New York, v. 17, n. 2, p. 77-86, 1997a.

YUNUSA, I. A. M.; WALKER, R. R.; GUY, J. R. Partitioning of seasonal evapotranspiration from a commercial furrow-irrigated Sultana vineyard. **Irrigation Science**, New York, v. 18, n. 1, p. 45-54, 1997b.

ZYL, J. L. van; HUYSSTEEN, L. van. Comparative studies on wine grapes on different trellising systems: I. consumptive water use. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 1, n. 1, p. 7-14, 1980.